



Análise de uma sequência de ensino-aprendizagem com abordagem ciência-tecnologia-sociedade à luz da pedagogia histórico-crítica

Analysis of a teaching-learning sequence with a science-technology-society approach in the light of historical-critical pedagogy

Ruth do Nascimento Firme¹ y Thaís Soares da Silva²

Resumo

Neste estudo temos o objetivo de analisar uma sequência de ensino-aprendizagem (SEA) com abordagem CTS a partir da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). A SEA, cuja temática foi o descarte de pilhas e seus impactos socioambientais, foi planejada e aplicada em uma turma da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública da rede Estadual de Pernambuco-Brasil, por uma das autoras deste artigo e os dados produzidos na aplicação da SEA foram analisados neste estudo. Na análise da SEA consideramos as categorias do método didático da PHC, a saber: prática social como ponto de partida, problematização, instrumentalização, catarse e prática social como ponto de chegada. A partir das análises, destacamos contribuições da PHC para o planejamento e desenvolvimento da abordagem CTS, como, por exemplo, contribuições relativas à problematização da prática social (problematização do descarte de pilhas e seus impactos ambientais) e à catarse diante da prática social (novas compreensões diante do descarte de pilhas e seus impactos ambientais em suas múltiplas determinações). Portanto, temos evidências para defender a PHC como teoria pedagógica para a abordagem CTS.

Palavras-chave

Educação científica. abordagem CTS. pedagogia histórico-crítica.

Abstract

In this study, we aim to analyze a teaching-learning sequence (SEA) with a STS approach based on Historical-Critical Pedagogy (PHC). The SEA, whose theme was the disposal of batteries and their socio-environmental impacts, was planned and applied in a 2nd grade high school class at a public school in the state network of Pernambuco-Brazil, by one of the authors of this article and the data produced in the application of SEA were analyzed in this study. In the SEA analysis, we considered the categories of the PHC didactic method, namely: social practice as a starting point, problematization, instrumentalization, catharsis and social practice as an arrival point. Based on the analyses, we highlighted PHC's contributions to the planning and development of the STS approach, such as, for example, contributions related to the problematization of social practice (problematization of battery disposal and its environmental impacts) and to catharsis in the face of social practice (new understandings in the face of battery disposal and its environmental impacts in its multiple determinations). Therefore, we have evidence to support PHC as a pedagogical theory for the STS approach.

Keywords

Science Education. CTS approach. Historical-Critical Pedagogy.

¹ Universidad Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Brasil.

² Centro Acadêmico de Vitória, Brasil.

Introdução

Em um mundo cada vez mais afetado pela ciência e tecnologia, um dos objetivos da educação científica é o de “preparar os estudantes para enfrentarem o mundo sócio-tecnológico em mudança” para tomarem decisões e atuarem de forma responsável na sociedade (Vieira et al., 2011, p. 14). Segundo Aikenhead (2005), esse objetivo deu origem ao movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS) na educação científica, ao qual denominamos neste trabalho de abordagem CTS.

A abordagem CTS tem sido objeto de investigação em diferentes países. No contexto brasileiro, os trabalhos com a abordagem CTS tiveram início na década de 90 do século XX (Santos, 2011) e desde então, o número de estudos e pesquisas sobre essa abordagem tem sido significativo. No entanto, nosso foco neste estudo é a articulação entre a abordagem CTS e a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), cujo precursor é o brasileiro Dermeval Saviani.

A PHC, inserida no grupo das teorias pedagógicas contra-hegemônicas que buscam a transformação da ordem existente (Saviani, 2019), propõe a prática social como ponto de partida e de chegada do método didático, considerando-a como “[...] a forma como estão sintetizadas as relações sociais em um determinado momento histórico” (Marsiglia; Martins, 2013, p. 98). E esse é um aspecto relevante dado que é característica da abordagem CTS a ênfase em questões sociais relacionadas à ciência e à tecnologia (Vieira et al., 2011).

Teixeira (2003, p. 177) discutiu como a PHC e o Movimento CTS (termo usado por este autor em seu trabalho) podem contribuir para um novo direcionamento da educação científica, considerando prática social, objetivos educacionais, metodologias de ensino, conteúdos e papel dos professores, e apontou “[...] pontos de convergência visualizados entre as duas correntes teóricas, [...]”. Porto e Teixeira (2016) desenvolveram um trabalho na Educação de Jovens e Adultos (EJA) considerando princípios teóricos da PHC para a contextualização da Abordagem CTS. Silva (2018, p. 316), em sua tese de doutorado, defende que os elementos pedagógicos da PHC podem contribuir para a abordagem CTS “em uma perspectiva progressista, crítica, emancipadora”.

Portanto, nosso intuito é o de ampliar essa discussão no sentido de defender a PHC como teoria pedagógica para a abordagem CTS, e para isso consideramos três justificativas. A primeira delas considera que um dos objetivos da PHC é o de “colocar a educação a serviço da superação da sociedade capitalista” (Duarte, 2019, p. 23). E esse objetivo se aproxima das ideias de Santos (2011, p. 38) quando destaca que a abordagem CTS pode ser considerada um movimento de reconstrução social, ao propor a ruptura com “o modelo consumista movido pela lógica do lucro independente de suas consequências socioambientais”.

A segunda justificativa considera a possibilidade de ampliarmos nossa compreensão da abordagem CTS a partir do método didático da PHC constituído por cinco categorias relacionadas dialeticamente entre si, constitutivas de uma totalidade, as quais são si constitutivas de uma totalidade, as quais são: prática social como ponto de partida, problematização, instrumentalização, catarse e prática social como ponto de chegada (Galvão; Lavoura; Martins, 2019). Para Saviani (2019), a prática social é o ponto de partida e de chegada da atividade educativa, cabendo às categorias intermediárias (problematização, instrumentalização e cartase) a identificação de problemas postos por esta prática, a disposição de instrumentos para a sua compreensão e a viabilização de sua incorporação como aspectos constitutivos da vida dos estudantes.

No método didático da PHC, vale destacar a catarse como o momento culminante do processo educativo: a passagem da prática social em si à prática social para si (Saviani, 2019). Duarte (2019, p. 14) considera a catarse como uma transformação da visão de mundo dos indivíduos, destacando que esta pode acontecer “por [...] mudanças pequenas e quase imperceptíveis, como é o caso, [...] das catarses produzidas pela atividade educativa escolar”.

Portanto, tendo a PHC como teoria pedagógica, a abordagem CTS quando implementada na sala de aula pode contribuir para a compreensão das múltiplas determinações “que se ocultam sob as aparências dos fenômenos que se manifestam empiricamente à nossa percepção” (Saviani, 2019, p. 130). Mais especificamente, para o entendimento das múltiplas determinações relativas às práticas científicas e tecnológicas na prática social mais ampla.

Em uma revisão bibliográfica em artigos de periódicos nacionais, trabalhos do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e dissertações e teses publicadas no Brasil, Massi et al., (2019) analisaram a incorporação da PHC nas pesquisas em Educação em Ciências e identificaram quatro trabalhos voltados para a abordagem CTS. Entretanto, segundo esses autores, nesses trabalhos a PHC é reduzida à condução da aula para desenvolver a abordagem CTS. Nesse sentido, a nossa terceira justificativa é corroborada pelo resultado do trabalho de Massi et al., (2019), dado que a quantidade de produções científicas que investigam a articulação entre a PHC e a abordagem CTS nas pesquisas em Educação em ciências ainda é incipiente no Brasil.

Portanto, à luz das discussões tecidas até então, conduzimos este estudo a partir do seguinte questionamento: quais são as contribuições da PHC para o planejamento e desenvolvimento da abordagem CTS?

Na busca de respostas para esta questão de pesquisa, temos neste estudo, o objetivo de analisar uma sequência de ensino-aprendizagem (SEA) com abordagem CTS a partir da PHC. A nossa hipótese é que a PHC como teoria pedagógica pode contribuir para o planejamento e implementação da abordagem CTS no ensino de Ciências.

Abordagem CTS na educação científica: objetivos, princípios e características

No contexto internacional e nacional, diversos autores trazem em seus trabalhos especificidades da abordagem CTS. No âmbito internacional, Solomon (1993) destaca que um dos objetivos da abordagem CTS é a participação na ação democrática. Aikenhead (2009) considera a abordagem CTS uma orientação curricular que transcende os conteúdos científicos escolares, contextualizando-os, a partir de relações estabelecidas entre ciência, tecnologia e sociedade. Segundo Membiela (2001) a abordagem CTS busca a alfabetização em ciência e tecnologia dos estudantes para participação democrática e cidadã na resolução de problemas relativos às questões da ciência e da tecnologia presentes na sociedade. Para Alonso (2010), a abordagem CTS envolve o exercício da democracia participativa, compromisso e responsabilidade social diante de temas locais ou globais relacionados à ciência e à tecnologia.

Vieira et al., (2011), por sua vez, consideram que a abordagem CTS é norteadas por três princípios: contribuir na construção de uma melhor qualidade de vida; desenvolver uma visão holística e integradora da ciência; e tornar a ciência relevante para a vida dos estudantes. Segundo esses autores, a abordagem CTS “permite ir mais além do que o mero conhecimento acadêmico da Ciência e da Tecnologia, preocupando-se com problemas sociais relacionados com questões de foro científico e tecnológico” (Vieira et al., 2011, p. 16).

No âmbito nacional, Auler (2011) destaca que nos encaminhamentos CTS no ensino de ciências a tomada de decisão é considerada potencializadora da participação dos indivíduos. Para Santos (2012, p. 50 – 51) “na educação CTS no ensino de ciências temos a caracterizado pelo seu foco nas inter-relações entre os três elementos da tríade, [...] e pela interseção de propósitos entre o ensino de ciências, a educação tecnológica e a educação para a cidadania no sentido da participação da sociedade. E segundo Chrispino (2017, p. 81), a proposta da abordagem CTS é a construção social da ciência e da tecnologia, constituindo-se como uma alternativa potencializadora da “formação tecnocientífica, sob a ótica da formação do cidadão”.

Portanto, considerando os objetivos da abordagem CTS mencionados, alguns elementos são fundamentais para sua implementação, como, por exemplo, o uso de temas de relevância social relativos à ciência e à tecnologia, a identificação e exploração de questões de interesse e impacto local e global, o envolvimento ativo dos estudantes e a ênfase na tomada de consciência global (Vieira et al., 2011).

Apesar das diversas contribuições dos autores citados para a compreensão de aspectos teóricos e metodológicos da abordagem CTS, reiteramos a necessidade de fundamentá-la em uma teoria pedagógica crítica e contra-hegemônica. Em outras palavras, uma teoria pedagógica que busca “orientar a educação tendo em vista a transformação da sociedade, posicionando-se contra a ordem existente” (Saviani, 2019, p. 17). É com essa perspectiva que destacamos a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) como teoria pedagógica para a abordagem CTS.

A Pedagogia Histórico-Crítica: uma teoria pedagógica para a abordagem CTS

A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) é uma pedagogia em constante construção coletiva, sendo concebida na década de 70 do século XX por Dermeval Saviani, seu precursor.

Segundo Saviani (2019), a PHC tem suas bases filosóficas no materialismo histórico-dialético e suas bases psicológicas na psicologia histórico-cultural de Vigotski e colaboradores. Nesse sentido, a PHC parte da concepção de homem como um ser “que se produz materialmente ao produzir seus meios de existência” (Saviani, 2019, p. 94).

Para Saviani (2019), se a existência humana é produzida pelos próprios homens, estes necessitam da apropriação das objetivações produzidas historicamente pela humanidade, então “[...], o objeto da educação, diz respeito, de um lado, à identificação dos elementos culturais que precisam ser assimilados [...] e, de outro lado e concomitantemente, à descoberta das formas mais adequadas para atingir esse objetivo” (Saviani, 2019, p. 13).

A escola, por conseguinte, constitui-se como forma principal de mediação do processo de apropriação das objetivações humanas pelas novas gerações de indivíduos (Saviani, 2019). Adicionalmente, segundo Saviani (2019, p. 179), as transformações na sociedade só se efetivarão pelas ações individuais e coletivas dos homens, as quais dependem “do conhecimento das possibilidades objetivas, o que só pode ser viabilizado pela educação”.

Nessa perspectiva, é proposto um método didático da PHC constituído de cinco categorias que se influenciam dialeticamente: prática social inicial, problematização, instrumentalização, catarse, e prática social final (Saviani, 2019). Essas categorias representam “diferentes graus de determinações das relações mais particulares entre ensino e aprendizagem e mais universais entre educação e sociedade” (Galvão, Lavoura; Martins, 2019, p. 142).

A prática social como ponto de partida é concebida em suas múltiplas determinações, e nesse sentido, busca-se uma educação para os estudantes compreenderem as determinações/relações ocultas nas "[...] aparências dos fenômenos que manifestam empiricamente à nossa percepção" (Saviani, 2019, p. 178).

A problematização, segundo Saviani (2019, p. 179), refere-se "ao ato de detectar as questões que precisam ser resolvidas no âmbito da prática social" e o como a educação encaminha soluções para elas. A instrumentalização, por sua vez, está relacionada ao equacionamento das questões detectadas na problematização da prática social por meio da apropriação dos instrumentos teóricos e práticos (Saviani, 2019). E, é por meio dos instrumentos teóricos e práticos apropriados, que se manifesta uma nova compreensão da prática social, a catarse, compreendida como a "efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados em elementos ativos de transformação social" (Saviani, 2019, p. 180).

A prática social como ponto de chegada, mediada pelo trabalho educativo, em relação à prática social como ponto de partida, é e não é a mesma: "é a mesma porque é ela própria que constitui ao mesmo tempo, o suporte e o contexto, [...] da prática pedagógica", e não é a mesma, visto que houve uma alteração qualitativa no modo do sujeito se situar no interior dessa prática (Saviani, 2019, p. 181).

Em síntese, o método didático da PHC parte da prática social, a problematiza e instrumentaliza os estudantes, por meio de conhecimentos mais desenvolvidos produzidos pela humanidade, na perspectiva de modificar qualitativamente a compreensão dessa prática, produzindo-se a catarse (Duarte, 2019). Em outras palavras, ocorre um "movimento que vai da síncrese (visão caótica da realidade ou da prática social) à síntese (uma rica totalidade de determinações e relações numerosas)" [...]" (Galvão, Lavoura; Martins, 2019, p. 114).

Vale destacar que as categorias do método didático da PHC estão imbricadas, dado que "no processo unitário problematização-instrumentação, emerge concomitantemente o momento catártico" a partir da apropriação dos significados teóricos e práticos que passam a constituir a nova compreensão e o novo posicionamento no interior da prática social (Saviani, 2019, p. 180).

Portanto, as categorias (prática social como ponto de partida, problematização, instrumentação, catarse e prática social como ponto de chegada) compõem o conjunto dos elementos que determinam o método didático da PHC, os quais podem orientar a ação dos professores na educação escolar (Lavoura, 2020), como, por exemplo, fundamentar, do ponto de vista pedagógico, a abordagem CTS.

Metodologia

Neste estudo seguimos uma abordagem qualitativa e tomamos por base pressupostos do método materialismo histórico-dialético que busca "explicar os objetos e fenômenos investigados, tais quais eles verdadeiramente são na prática" (Martins; Lavoura, 2018, p. 225). A lógica dialética corresponde ao "processo de construção do concreto do pensamento", que ocorre na passagem do concreto-empírico (do objeto em sua apreensão imediata e sincrética) ao concreto pensado (do objeto em sua apreensão mediada e sintética) (Saviani, 2019, p. 169).

A sequência de ensino e aprendizagem (SEA) com abordagem CTS analisada neste estudo havia sido planejada e aplicada por uma das autoras deste artigo e professora da turma. A SEA com a temática “O descarte de pilhas e seus impactos socioambientais” foi implementada em uma turma da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública da rede Estadual de Pernambuco-Brasil, e constituída de sete encontros, cada um deles correspondendo a duas aulas de 50 minutos cada. Justificamos a escolha desta temática considerando que o conteúdo programático da disciplina de Química que seria abordado com os estudantes naquele momento em que a professora aplicou a SEA era o de Eletroquímica. Adicionalmente, consideramos que, decorrente da revolução tecnológica, a quantidade de equipamentos eletroeletrônicos descartados tem sido significativa (Lima et al., 2015).

Participaram do desenvolvimento da SEA quarenta e dois estudantes regularmente matriculados na respectiva escola, identificados como E1, E2... E42.

No primeiro encontro da SEA o objetivo foi o de orientar os estudantes para a coleta de informações, por diferentes fontes de dados, sobre aspectos relativos à temática “O descarte de pilhas e seus impactos ambientais”. As informações solicitadas foram relativas ao descarte inadequado das pilhas e baterias, aos problemas decorrentes do destino e tratamento do lixo e ao como as pessoas descartam pilhas usadas. Para a coleta dessas informações, os estudantes, divididos em quatro grupos, foram orientados para, em horário extraclasse, pesquisar sobre o descarte das pilhas e baterias (grupo 1) e sobre o destino e formas de tratamento do lixo doméstico (grupo 3), entrevistar pessoas sobre o consumo e descarte das pilhas usadas, o uso de diferentes modelos de pilhas, o significado das informações trazidas nos rótulos destes dispositivos (grupo 2) e construir um terrário (grupo 4). O terrário foi construído com os seguintes materiais: recipiente quadrado de vidro transparente, areia, planta, pilhas enterradas na areia. O objetivo dessa atividade foi oportunizar aos estudantes a visualização de mudanças no terrário após o deixarem a céu aberto por aproximadamente um mês.

Ao grupo 2 foram disponibilizadas as seguintes questões para a entrevista: você utiliza pilhas constantemente? Onde você descarta as pilhas que não servem mais para uso? No mercado existem vários modelos de pilhas. Em sua opinião, qual a diferença entre um modelo e outro? Na compra de pilhas, o que você considera? Você compra pilhas fabricadas em outros países (pilhas que têm no rótulo outro idioma que não seja o português)? Qual o significado das imagens que estão nos rótulos das pilhas?

No segundo encontro, os grupos 1, 2 e 3 socializaram, por meio da elaboração de cartazes, os resultados das pesquisas e das entrevistas, exceto o grupo 4, que apresentou terrário construído em outro encontro da SEA. Foram propostos para esse segundo encontro os objetivos de socializar, analisar e avaliar as informações por eles coletadas. Após a socialização dos grupos, a professora escreveu no quadro a questão: “Existe um problema social e ambiental relativo ao descarte de pilhas e baterias, gente?”. Os estudantes discutiram, se posicionaram e chegaram à conclusão de que o descarte de pilhas de forma não adequada é um problema social e ambiental.

No terceiro encontro, com os estudantes organizados individualmente, o objetivo foi apresentar a eles, por meio de aula expositiva dialogada, diferentes tipos de pilhas, informações técnicas específicas, ou seja, a dimensão tecnológica das pilhas. No início desse encontro, foram identificadas, por meio de questionário impresso (Q1), as ideias

prévias dos estudantes sobre aspectos conceituais das pilhas a partir das questões: para que servem as pilhas? O que você acha que tem no interior de uma pilha? Dê exemplos de pilhas que você conhece. Em sua opinião, o que é uma pilha? Como você acha que uma pilha funciona, ou seja, gera energia?

Em seguida, foram abordados, com uso de slides, o histórico das pilhas em ordem cronológica, diversos tipos de pilhas, uso e especificidades dos respectivos tipos de pilhas (pilhas secas de zinco-carbono, pilhas alcalinas, pilhas de níquel-hidreto metálico, pilhas de níquel-cádmio e pilhas miniaturas), inovações tecnológicas relacionadas às pilhas e vantagens das pilhas alcalinas em relação às pilhas secas comuns.

No quarto encontro, com os estudantes organizados em grupos e no laboratório de ciências da escola, houve uma aula expositiva dialogada visando discutir conceitos científicos envolvidos na composição e no funcionamento das pilhas. Em seguida, os estudantes foram conduzidos à realização da atividade experimental. A atividade experimental, desenvolvida em grupos, foi a construção de uma pilha alternativa, a partir dos seguintes materiais: batata-inglesa, clips de zinco, placa de cobre, fio e voltímetro. Após a atividade experimental, os grupos mediram a voltagem das pilhas construídas. Posteriormente, os grupos foram solicitados a discutir com o grande grupo as seguintes questões: O que significa a alteração observada no voltímetro? A energia produzida provém de quê? Analisando a fila decrescente de reatividade dos metais, qual o mais reativo, cobre ou zinco? O que isso significa? Qual o sentido do fluxo de elétrons? Onde ocorrem os processos de oxidação e redução? Como são denominadas as reações que ocorrem com perda e ganho de elétrons?

Vale ressaltar que o que é medido no voltímetro é o potencial da pilha, ou seja, “a medida da capacidade que tem a reação da célula de forçar elétrons por meio de um circuito” (Atkins; Jones, 2006, p. 544).

Posteriormente, os grupos de estudantes responderam uma ficha de exercício (com cinco questões de múltiplas alternativas envolvendo semirreações de oxidação e de redução, sentido do fluxo de elétrons, notação da pilha, identificação de catodo e anodo e cálculo da voltagem de uma pilha) e um segundo questionário impresso (Q2) com as seguintes questões: O que é uma pilha? Como as pilhas geram energia? Quais os componentes principais de uma pilha? Escreva exemplos de alguns tipos de pilhas indicando em que eles diferem.

No quinto encontro, com os estudantes organizados individualmente, foi discutido o descarte das pilhas propriamente dito, para propiciar a eles a articulação dos conhecimentos científicos e tecnológicos, trabalhados nos dois encontros anteriores, com os impactos socioambientais relativos ao descarte das pilhas. Inicialmente, foi exibido o vídeo intitulado **Não fique pilhado**. Em seguida, os estudantes discutiram sobre o vídeo a partir da questão orientadora: quais foram as ideias trazidas pelo vídeo? Para contribuir com as discussões, o vídeo **Ilha das flores** foi exibido para eles. Posteriormente, os estudantes do grupo 4 apresentaram o terrário por eles construído, descrevendo, por exemplo, os materiais utilizados (recipiente quadrado de vidro transparente, areia, planta, e pilhas enterradas na areia), os procedimentos seguidos e as mudanças identificadas após o deixarem a céu-aberto por aproximadamente um mês.

No sexto encontro o objetivo foi propiciar o exercício de tomada de decisão sobre o descarte inadequado de pilhas. Inicialmente, foi solicitada aos estudantes, organizados em grupos, a leitura do texto “O descarte de pilhas e baterias” extraído do livro Química e

Sociedade (Santos; Mol, 2005). Em seguida, foi desenvolvida uma discussão sobre o texto. Posteriormente, foi desenvolvido um júri simulado. No júri simulado os participantes são separados em grupos a favor, contra e juízes para discutirem sobre determinado tema (Vieira et al., 2014). O júri simulado foi conduzido a partir da proposição escrita no quadro pela professora: “Os produtos da ciência e da tecnologia sempre promovem o bem-estar da sociedade”. Então, cinco estudantes, de forma voluntária, foram convidados para compor a mesa do júri simulado e destes, dois assumiram a defesa (a favor da proposição), dois a acusação (contra a proposição) e um assumiu a coordenação da mesa para informar o veredito. Em seguida, os estudantes, considerando os argumentos da defesa e da acusação, chegaram ao veredito de que a proposição “Os produtos da ciência e da tecnologia sempre promovem o bem-estar da sociedade” precisava ser modificada para “Os produtos da ciência e tecnologia ‘nem sempre’ promovem o bem-estar da sociedade”. Concluído o júri simulado, a professora colocou uma questão para os estudantes pensarem: “como poderemos agir conforme a decisão deste fórum?”.

Finalmente, para o sétimo e último encontro da SEA o objetivo foi promover ações de responsabilidade social pelos estudantes. Ou seja, possibilitar a eles o desenvolvimento de ações concretas sobre o descarte de pilhas e seus impactos socioambientais. Contudo, este encontro não foi realizado devido ao cronograma da escola, mas se o fosse, uma das ações poderia ser uma palestra para a comunidade escolar sobre a temática, apresentada pelos estudantes, visando divulgar impactos socioambientais causados pelo descarte incorreto de pilhas e sugerir, por exemplo, a implantação de um coletor de pilhas na escola.

O instrumento de coleta de dados usado neste estudo foi a própria SEA e os dados analisados foram as falas dos estudantes durante as atividades e as respostas deles para os questionários usados na SEA, por exemplo.

Na análise dos dados consideramos o método da PHC, mais especificamente, suas categorias constitutivas: prática social como ponto de partida, problematização, instrumentalização, catarse e prática social como ponto de chegada. Realizamos as análises buscando, inicialmente, propor uma articulação entre os encontros da SEA e as categorias do método da PHC. Em seguida, problematizamos algumas lacunas percebidas nessa articulação para, então, destacar contribuições da PHC como base pedagógica para a abordagem CTS.

Resultados e discussão

À luz do método didático da PHC, a primeira categoria a considerar é a prática social como ponto de partida (Saviani, 2019). Neste sentido, na análise da SEA em tela, podemos considerar que “O descarte de pilhas e seus impactos socioambientais” foi a prática social como ponto de partida, ou seja, a prática humana “historicamente produzida e socialmente acumulada” (Galvão, Lavoura; Martins, 2019, p. 113).

Como prática social, parece-nos relevante discutir “O descarte de pilhas e seus impactos socioambientais” dado que, segundo Lima *et al.* (2015), em decorrência da revolução tecnológica, o aumento da quantidade de equipamentos eletroeletrônicos descartados tem sido significativo. Os resíduos desses equipamentos, gerados pelo descarte não adequado, podem conter substâncias químicas tóxicas que contaminam diversos nichos do ecossistema. Existe uma variedade de materiais que compõem os resíduos eletrônicos, e

dentre eles, destacamos as pilhas. As pilhas possuem em sua composição substâncias como zinco, chumbo e manganês, que ao serem descartadas indevidamente, como, por exemplo, descartadas no lixo comum, podem contaminar solo e lenções freáticos prejudicando toda a cadeia alimentar (Vasconcelos; Freitas, 2012).

Segundo a PHC, vale ressaltar que os estudantes, inseridos na prática social como ponto de chegada, têm uma visão sincrética dela em virtude de, por exemplo, compreensões alicerçadas em suas vivências empíricas e imediatas (Galvão, Lavoura; Martins, 2019). Nesse sentido, segundo Galvão, Lavoura e Martins (2019), é preciso ascender a uma visão sintética desta prática social, ou seja, adquirir conhecimentos científicos que lhe possibilitem analisar o descarte de pilhas e seus impactos socioambientais em suas múltiplas determinações.

A segunda categoria do método didático da PHC é a problematização. Portanto, a prática social precisa ser problematizada buscando apreendê-la como realmente é, considerando-a "[...] em seu surgimento, desenvolvimento, estrutura atual e tendências futuras de transformação" (Lavoura; Martins, 2017, p. 534). Portanto, a problematização da prática social visa pôr "[...] o sujeito para, na sua relação com o objeto, extrair dele as suas múltiplas determinações" (Netto, 2011, *apud* Lavoura; Martins, 2015, p. 361).

Nessa perspectiva, podemos dizer que o primeiro e segundo encontros da SEA com abordagem CTS, à luz do método da PHC, poderiam ter sido orientados para a problematização. Problematização do descarte de pilhas e seus impactos socioambientais visando identificar "questões que precisam ser resolvidas" no âmbito desta prática social (Saviani, 2019, p. 179). Isso porque, nesses encontros, os estudantes levantaram informações (o descarte das pilhas e baterias; o destino e as formas de tratamento do lixo doméstico; o consumo e descarte das pilhas usadas; o uso de diferentes modelos de pilhas; e o significado das informações trazidas nos rótulos destes dispositivos) e discutiram coletivamente sobre elas.

Entretanto, conforme a descrição do primeiro e do segundo encontros da SEA, as informações levantadas pelos estudantes não foram problematizadas no sentido posto pela PHC, ou seja, com base nas informações levantadas pelos estudantes, não foram identificadas questões a serem resolvidas acerca do descarte de pilhas e seus impactos socioambientais, apenas chegou-se à conclusão de que esse descarte, de forma não adequada, é um problema social e ambiental. Adicionalmente, considerando que "na problematização, busca-se entender os problemas postos pela prática social e discutir a necessidade da apropriação dos conteúdos 'em função das necessidades sociais'" (Gasparin, 2012, p. 40, *aspas* do autor), os conteúdos que precisariam ser apropriados pelos estudantes no equacionamento dos problemas postos pelo descarte de pilhas e seus impactos socioambientais não foram levantados e/ou discutidos nos respectivos encontros.

Portanto, a partir da categoria problematização, questões relativas ao primeiro e ao segundo encontros da SEA tais como, se as informações levantadas pelos estudantes contribuíram para a problematização do descarte de pilhas e seus impactos socioambientais, se os objetivos propostos nesses encontros foram adequados para problematizar a respectiva prática social, se as atividades desenvolvidas contribuíram para a problematização do descarte de pilhas e seus impactos socioambientais e quais atividades seriam mais adequadas para a problematização, poderiam ser equacionadas se a SEA tivesse sido planejada considerando a categoria problematização da prática social (Saviani, 2019; Lavoura; Martins, 2017; Galvão, Lavoura e Martins, 2019).

Conforme o método didático da PHC, as questões detectadas na problematização da prática social são equacionadas por meio da apropriação dos instrumentos teóricos e práticos, ou seja, por meio da instrumentalização (Saviani, 2019). A instrumentalização refere-se aos conteúdos a serem disponibilizados e abordados com os estudantes e ao como esses conteúdos são abordados para efetivamente tornarem-se instrumentos da prática social (Lavoura; Martins, 2015).

Nesse sentido, o terceiro e quarto encontros da SEA poderiam ter sido orientados para a instrumentalização. Isso porque, nesses encontros, foram abordados com os estudantes conteúdos tecnológicos e conteúdos científicos relativos às pilhas. Contudo, a partir da descrição da SEA, vale destacar que os conteúdos trabalhados nesses encontros não foram delimitados a partir da problematização da prática social, como é posto pela PHC.

Portanto, com base na categoria instrumentalização, questões relativas ao terceiro e ao quarto encontro da SEA, como, por exemplo, se os conteúdos abordados tornaram-se instrumentos da prática social, se os objetivos propostos deram conta do equacionamento de problemas do descarte de pilhas e seus impactos socioambientais, se as atividades desenvolvidas contribuíram para a instrumentalização e quais atividades seriam mais adequadas nesse sentido, poderiam ser sanadas se o planejamento da SEA tivesse tomado por base a categoria instrumentalização da prática social (Saviani, 2019).

Mas, a instrumentalização reflete na catarse como a "efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados em elementos ativos de transformação social" (Saviani, 2019, p. 180). Vale destacar que "a universalidade da prática social só existe concretamente quando os indivíduos singulares a incorporam [...], quando realizam o processo catártico [...]" (Lavoura; Martins, 2015, p. 363). Ou seja, a prática social como ponto de chegada constitui uma nova compreensão da realidade e um novo posicionamento diante dela, e nesse sentido, a prática social como ponto de partida e como ponto de chegada constituem-se numa relação dialética entre si, portanto, contraditória (Gasparin, 2012).

Nessa perspectiva, os seis encontros da SEA poderiam ser entendidos como constitutivos da catarse, visto que esta ocorre, concomitantemente, com o processo unitário problematização-instrumentação, ou seja, quando os significados teóricos e práticos passam a constituir uma nova compreensão e um novo posicionamento no interior da prática social (Saviani, 2019).

No quarto encontro, por exemplo, após a aula expositiva dialogada, a realização da atividade experimental, a discussão sobre os resultados da atividade experimental e a resolução da ficha de exercícios, os estudantes responderam o segundo questionário (Q2) constituído de quatro questões (O que é uma pilha? Como as pilhas geram energia? Quais os componentes principais de uma pilha? Escreva exemplos de alguns tipos de pilhas indicando em que eles diferem).

Para ilustrar algumas das respostas dos estudantes ao Q2, consideramos as duas primeiras questões. Quanto à questão "O que é uma pilha?", identificamos respostas tais como: E2: "É um artefato tecnológico que gera energia"; E3: "É um instrumento que produz energia"; E7: "É um instrumento de produção de energia" e E30: "Armazenamento de energia". Para a questão "Como as pilhas geram energia?" algumas das respostas foram: E2: "É um processo de reação onde ocorre a redução e oxidação"; E3: "Através de uma reação onde ocorre oxidação e redução"; E7: "Através de reações químicas" e E30: "Pela reação oxi-redução".

Adicionalmente, no sexto encontro, durante o desenvolvimento do júri simulado, alguns estudantes apresentaram posicionamento diante da proposição "Os produtos da ciência e da tecnologia sempre promovem o bem-estar da sociedade", conforme a seguinte transcrição:

Prof.: Pode começar... primeiro a acusação.

E1: pode começar, professora?

Prof.: Pronto, gente?

E1: vou, eu refarei essa frase aí... "Os produtos da ciência e tecnologia 'nem sempre' promovem o bem estar da sociedade". Colocarei nem sempre... porque é... tanto faz eles colocarem uma coisa para nos beneficiar hoje e amanhã nos prejudicar. [...] eles inventaram a pilha para a gente poder usar... e tá todo mundo usando e tá tudo numa boa. Depois, a gente não sabe o que essas pilhas podem nos fazer futuramente. Então eu não concordo com essa frase.

Prof.: Ô, E1, você já pensava dessa forma ou você começou a pensar de acordo com esses encontros da gente?

E1: no começo eu não sabia que isso poderia nos prejudicar, então, comecei a pensar dessa forma depois das aulas e do aprendizado.

Prof.: Ok... alguém quer se colocar quanto ao que E1 falou?

E2: eu professora... eu concordo... porque hoje realmente é um benefício, né? Mas o que tá fazendo a gente, tipo, contaminando o ar, o solo, enfim... tá nos prejudicando bastante, né? E nisso a gente já sabe de hoje, né? É uma coisa que a gente faz, consome, né? Usa e utiliza a pilha, mas sabendo que está nos prejudicando.

[...]

Prof.: A primeira pessoa da defesa...

E4: ela deu o exemplo do carro que causa o aquecimento global. Mas, não é só o carro... é o dono do carro. Porque se o carro tem problema, o problema da fumaça, é aquele problema do carro... e a pilha, quem tá jogando a pilha no rio? Somos nós. O cientista que desenvolveu a pilha tem a ver com o que estamos fazendo? Jogando pilha no chão? Tem nada a ver! Então é por isso que eu sou totalmente a favor dessa frase.

Contudo, questões relativas às respostas dos estudantes ao Q2 e aos argumentos apresentados por eles no júri simulado, como evidência de uma nova forma de compreender uma nova forma de compreender a prática social do descarte de pilhas e seus impactos socioambientais como ponto de chegada, poderiam ser equacionadas se o planejamento da SEA tivesse tomado por base a categoria catarse (Saviani, 2019). Portanto, destacamos a necessidade de mudanças qualitativas das compreensões dos estudantes diante de "problemas sociais relacionados com questões de foro científico e tecnológico" (Vieira et al., 2011, p. 16), como preconiza a abordagem CTS.

Em síntese, é a partir das questões que levantamos sobre os encontros da SEA, ao considerarmos as categorias prática social como ponto de partida, problematização, instrumentalização, catarse e prática social como ponto de chegada, que destacamos as contribuições da PHC para a abordagem CTS. Contribuições relativas à problematização da prática social (problematização do descarte de pilhas e seus impactos ambientais), à instrumentalização da prática social (apropriação dos conteúdos científicos na perspectiva

do descarte de pilhas e seus impactos ambientais) e à catarse diante da prática social (novas compreensões diante do descarte de pilhas e seus impactos ambientais em suas múltiplas determinações) em um movimento que parte da visão sincrética à visão sintética (Galvão, Lavoura; Martins, 2019, p. 114).

Considerações finais

Nesse estudo temos como objetivo analisar uma sequência de ensino-aprendizagem (SEA) com abordagem CTS a partir da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). A partir da discussão dos resultados da análise, destacamos que a incorporação da PHC no planejamento e desenvolvimento da abordagem CTS pode contribuir, por exemplo, para a problematização da prática social (problematização do descarte de pilhas e seus impactos ambientais) e para a catarse (novas compreensões diante do descarte de pilhas e seus impactos ambientais em suas múltiplas determinações).

Finalmente, ressaltamos que tais contribuições podem orientar novas agendas de pesquisas, como, por exemplo, pesquisas acerca do planejamento e da implementação da abordagem CTS para a compreensão das múltiplas determinações de diversas práticas sociais relacionadas às práticas científicas e tecnológicas, tendo a PHC como teoria pedagógica.

Referências

- Alonso, A. V. (2010). Importância da alfabetização científica e do conhecimento acerca da natureza da ciência e da tecnologia para a formação de um cidadão. In: Maciel, M. D. Amaral, C. L. C. e Guazzelli, I. R. B. *Ciência, Tecnologia e Sociedade: pesquisa e ensino*, (pp. 43 – 70), São Paulo: Terracota.
- Aikenhead, G. S. (2011). Research into STS science education. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 9(1). <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4005>
- Aikenhead, G. S. (2009). *Educação científicas para todos*. Portugal: Edições Pedagogo.
- Auler (2011). Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: Santos, W. L. P. dos. e Auler, D. (Orgs.). *CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*, (pp. 73 – 98), Brasília: Editora Universidade Federal de Brasília.
- Chispino, A. (2017). *Introdução aos enfoques CTS (ciência, tecnologia e sociedade) na educação e no ensino*. Madrid, Espanha: OEI - Organização dos Estados Iberoamericanos.
- Duarte, N. (2019). A catarse na didática da pedagogia histórico-crítica. *Pro-Posições*, 30. <https://doi.org/10.1590/1980-6248-2017-0035>
- Galvão, A. C. Lavoura, T., N. e Martins, L. M. (2019). *Fundamentos da didática histórico-crítica*. Campinas, SP: Autores Associados.
- Gasparin, J. L. (2012). *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica*. Campinas: Autores Associados.

- Lavoura, T. N. (2020). Método pedagógico histórico-crítico e o ensino de ciências: considerações para a didática e a prática pedagógica. *Revista Simbio-Logias*, 12 (17). https://www.ibb.unesp.br/Home/ensino/departamentos/educacao/metodo_pedagogico_historico-critico_ensino.pdf
- Lavoura, T. N. e Martins, L. M. (2018). Materialismo histórico-dialético: contributos para a investigação em educação. *Educar em Revista*, 71, 223 – 239. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.59428>
- Lavoura, T. N. e Marsiglia, A. C. G. (2015). A pedagogia histórico-crítica e a defesa da transmissão do saber elaborado: apontamentos acerca do método pedagógico. *Perspectiva*, 33(1), 345–376. <https://doi.org/10.5007/2175-795X.2014v33n1p345>
- Lima, A. F. de O. Sabiá, R. J. Teixeira, R. N. P. e Júnior, F. de A. V. S. (2015). Gestão de resíduos eletroeletrônicos e seus impactos na poluição ambiental. *Latin American Journal of Business Management*, 6(2). <https://www.lajbm.com.br/index.php/journal/article/view/256>
- Marsiglia, A. C. G., & Martins, L. M. (2013). Contribuições da pedagogia histórico-crítica para a formação de professores. *Geminal: Marxismo e educação em debate*, 5(2), 97–105. <https://doi.org/10.9771/gmed.v5i2.9702>
- Massi, L., de Souza, B. N., Sgarbosa, E. C., & Colturato, A. R. (2019). Incorporação da pedagogia histórico-crítica na educação em ciências: uma análise crítica dialética de uma revisão bibliográfica sistemática. *Investigações em ensino de ciências*, 24(2), 212–255. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p212>
- Membiela, P. (2001). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. In: Membiela, P. (Org.). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: formación científica para la ciudadanía*, (pp. 91 – 103), Madri: Narcea S.S. de Ediciones.
- Porto, M. de L. O. e Teixeira, P. M. M. (2016). A articulação da tríade CTS: reflexões sobre o desenvolvimento de uma proposta didática aplicada no contexto da EJA. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 21(1), 124–144. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n1p124>
- Santos, M. E. V. M. dos. (1999). *Desafios pedagógicos para o século XXI: suas raízes em forças de mudanças de natureza científica, tecnologia e social*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, W. L. P. dos. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. In: Santos, W. L. P. dos. e Auler, D. (Orgs.). *CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*, (pp. 21 – 48), Brasília: Editora Universidade Federal de Brasília.
- Santos, W. L. P. (2012). Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, Belém, v. 9, n. 17, p. 49 – 62, dez. 2012. ISSN 2317-5125. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1647/2077>
- Saviani, D. (2019). *Pedagogia histórico-crítica: quadragésimo ano: novas aproximações*. Campinas: SP: Autores Associados.

- Silva, A. J. dá. (2018). *Aproximações da educação científica com orientação CTS e pedagogia histórico-crítica no ensino de química*. 2018. 346 f., il. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade de Brasília, Brasília.
- Solomon, J. (1993). *Teaching science, Technology and society*. Open University Press.
- Teixeira, P. M. M. (2011). Educação científica e movimento C.T.S. no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 3(1). Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4114>
- Vasconcelos, E. e Freitas, N. (2012). O paradigma da sustentabilidade e a abordagem CTS: mediações para o ensino de ciências. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 9(17), 89 – 108. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v9i17.1655>
- Vieira, R. M. Tenreiro-Vieira, C. e Martins, I. P. (2011). *A educação em ciências com orientação CTS: atividades para o ensino básico*. Porto: Areal Editores.
- Vieira, R. D., Melo, V. F. de e Bernardo, J. R. da R. (2014). O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do “gato”. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(3), 203 – 226. <https://doi.org/10.1590/1983-21172014160310>
- Waks, L. J. (1996). Filosofía de la educación em CTS: ciclo de responsabilidad y trabajo comunitario. In: Alonso, A. Ayestarán, I. y Ursúa, N. *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad*. (pp. 19 – 33), Estella: Editora EVD.